



(19)

(11) Publication number:

08031807 A

Generated Document

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 06186317

(51) Intl. Cl.: H01L 21/3065 C23F 4/00

(22) Application date: 14.07.94

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: 02.02.96(84) Designated  
contracting states:

(71) Applicant: NISSIN ELECTRIC CO LTD

(72) Inventor: SASAMURA YOSHITAKA

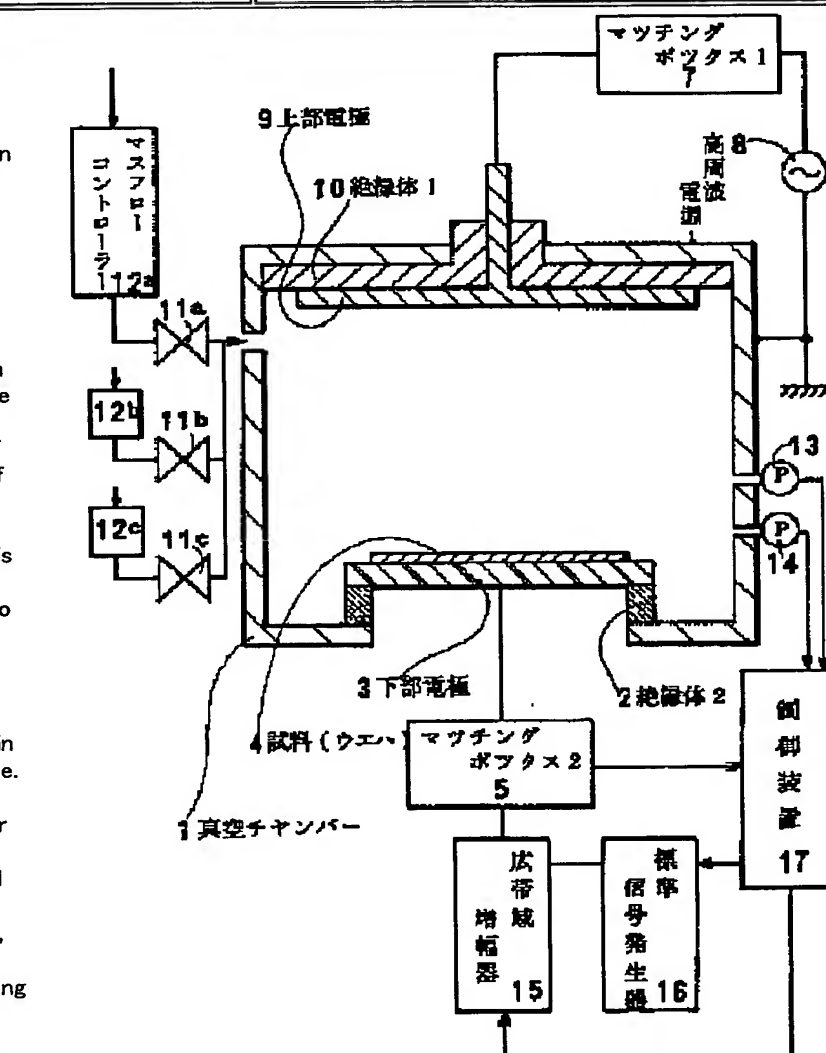
(74) Representative:

(54) PLASMA PROCESSING  
DEVICE

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To suppress fluctuation of self-bias of the lower electrode caused by introducing helium cooling gas, by changing high frequency applied to the lower electrode.

**CONSTITUTION:** A control device 17 receives signals from a vacuum gauge 13 which monitors the whole pressure and a vacuum gauge 14 which monitors partial pressure of He, so that, fluctuation quantity of He pressure is known, and the fluctuation-quantity of frequency which enables self-bias constant is calculated, and then, a standard signal generator 18 to oscillate high frequency of the same amplitude in a wide frequency range is desirable. The signal of this frequency is amplified with a wideband amplifier 15 wherein amplification factor is even in wide frequency range, and applied to the lower electrode 3 through a matching box 5. By this, drop of self-bias of the lower electrode 3 accompanied by blowing of helium cooling gas is compensated by lowering applied frequency, so that etching speed is kept constant.



COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-31807

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 F 4/00

A 9352-4K

H 0 1 L 21/ 302

C

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-186317

(22) 出願日 平成6年(1994)7月14日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 笹村 義孝

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地日新  
電機株式会社内

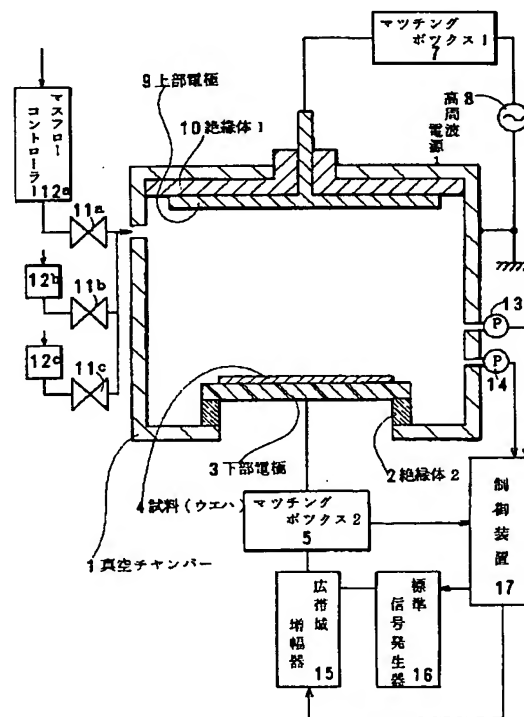
(74) 代理人 弁理士 川瀬 茂樹

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 プラズマの作用により電極や、試料が加熱されるので、冷却用にHeガスをチャンバに導入する場合がある。しかしHeガスの分圧が増大すると下部電極の自己バイアスが低下する。エッチング速度も減少する。Heの導入による電極の自己バイアスの変化を抑制する事が目的である。

【構成】 下部電極にかかる高周波電力の周波数を下げると、下部電極の自己バイアスが增大する。本発明はHe分圧を測定する機構と、適当な範囲で任意の周波数の高周波電力をかける事のできる機構とを設ける。He分圧の変動による、自己バイアスの変化を、周波数を変える事により打ち消す。これにより自己バイアスの変動を抑制する事ができる。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空に引く事のできる真空チャンバと、プラズマにしてエッチング作用を行わすべきエッチングガスを導入するエッチングガス導入機構と、真空チャンバの上方に真空チャンバと絶縁されて設けられる上部電極と、真空チャンバの下方に真空チャンバと絶縁されて設けられその上に基板を戴置するべき下部電極と、上部電極に第1の高周波を印加する第1の高周波電源と、下部電極に第2の高周波を印加するための第2高周波電源と、真空チャンバに冷却用のガスを導入する冷却ガス導入機構と、冷却ガスの分圧を測定する機構と、冷却ガスの分圧によって第2の高周波電源の周波数を増減する制御装置とを含み、冷却ガスの分圧が変化しても、下部電極に与える高周波の周波数を制御することにより下部電極の自己バイアスを一定に保持できるようにした事を特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、2つの高周波電力を2種類の電極に印加し、プラズマを発生させて基板をエッチング処理するプラズマ処理装置に関する。特に冷却ガス分圧の増減によりエッチングレートが変わらないようにした改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ここでプラズマ処理装置というのは、真空に引くことのできる真空チャンバと、真空チャンバの上方に設けられる上部電極と、真空チャンバの下方に、設けられる下部電極と、上部電極に第1の高周波電力を供給する第1高周波電源と、下部電極に第2の高周波電力を与える第2の高周波電源と、このチャンバにプラズマにしてエッチングを行わせるエッチングガスを導入するエッチングガス導入機構と、このチャンバに処理すべきウエハー（基板）を運び込み、運び去る搬送装置、真空チャンバを真空に引く真空排気装置、チャンバの開口部に設けられるゲートバルブなどを含む。ゲートバルブの向こう側には、試料を交換するための搬送装置が置かれた予備室が続いている。

【0003】図1は従来例に係るプラズマ処理装置の概略構成図である。真空チャンバ1は真空に引くことができる空間である。チャンバを真空にする真空排気装置は図示を略している。真空チャンバ1は接地されている。

【0004】真空チャンバ1の上方の空間には、上部電極9が設けられる。真空チャンバとは絶縁体10によって絶縁されている。上部電極から電線が出ており、電流導入端子を経て、外部にあるマッチングボックス7につながっている。マッチングボックスはさらに、第1の高周波電源8に接続されている。第1の高周波は、10MHz～120MHzの程度である。例えば100MHzを用いる。

【0005】真空チャンバ1は、ゲートバルブを有する

## 2

経路を介して、隣の予備室につながっている。予備室にはウエハーを搬送するための装置や、ウエハーを収納するべきカセットなどを備える。しかしここでは、ゲートバルブ、経路、予備室などは簡単の為図示しない。

【0006】プラズマにするべき原料ガス（エッチングガスと呼ぶ）は、外部のガスボンベ（図示せず）から、マスフローコントローラ12a、バルブ11aを経由して、真空チャンバ1に導入される。エッチングガスは1種類の事もあるし、2種類の事もある。2種類の場合は、他のガスボンベ（図示せず）からマスフローコントローラ12b、バルブ11bを経て、真空チャンバ1に導入される。

【0007】このように複数のエッチングガスを用いる場合は、複数のガス供給系が設けられる。これらがチャンバの直前に混合されてチャンバに導入される。エッチングガスについては以上である。エッチングガスのみによってエッチング作業を行う事も多い。

【0008】エッチングはプラズマのイオンや中性のラジカルが、ウエハーに衝突する事によりウエハー表面の原子を削り取る事によってなされる。エッチングに伴い大量の熱が発生する。ウエハーが強く加熱される。発熱量やウエハーの種類によっては、ウエハーを冷却する必要がある。この場合は冷却の為にヘリウムガスを導入する。質量が小さく、プラズマになってもエッチング作用が低く、稀ガスであって化学作用が弱いからヘリウム（He）を用いる。Heはガスボンベ（図示しない）から、マスフローコントローラ12c、バルブ11cを経て、真空チャンバ1の内部に導入される。この図では、チャンバの外部で一旦全てのガスが混合するように書いてある。しかし冷却ガスはこのように他のガスと外部で混合する事もあり、他の導入口からチャンバに導入する事もある。

【0009】真空チャンバ1の下部には、絶縁体2を介して、下部電極3が固定される。下部電極21には、試料（ウエハー）4が戴置される。第2の高周波電源6からマッチングボックス5を経て第2の高周波電力F2が下部電極3に加えられる。第2の高周波は、1MHz～50MHzの程度の高周波である。例えば13.56MHzの高周波を使う。

【0010】下部電極は上下方向に振動電界を発生する。電子は上下方向に振動する力を受ける。上下の電極から電子が強い力を受けるので、加速されて中性の原子や分子に衝突し、これを電離する。このようにして上下の電極から与えられる高周波電力の作用でガスがプラズマに変換される。チャンバの中央部に高密度のプラズマが形成される。

【0011】チャンバが接地され、高周波電源2の他端も接地されているので、下部電極3は負に自己バイアスされる。これはプラズマ中の電子とイオンの速度の著しい差によるものである。自己バイアスされた下部電極

## 3

が、プラズマの中の正イオンを引きつける。これにより下部電極3の上に戴置されたウエハー（試料）4に正イオンが衝突する。正イオンの衝突やラジカルの化学作用によりウエハーの表面がエッチングされる。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、下部電極の自己バイアスの変動を問題にする。従来は、高周波電源の周波数や電力は作業中一定に保持されていた。冷却用にHeガスを導入すると、これにより下部電極の自己バイアスが変動するという事が分かってきた。図3は、Heガスの分圧 $P_{He}$ と、下部電極の自己バイアスの関係を示すグラフである。これは13.56MHzの場合であるが、下部電極の周波数に関わらず、He分圧と自己バイアスの間にはこのような減少関係が存在する。これは本発明者が発見したものである。自己バイアスが低下すると、プラズマによるエッチング作用も低下する。これは装置のスループットを著しく低下させる。

【0013】またエッチング速度が時間的に変動するというのは望ましくない事である。本発明はHe冷却ガスの導入により、下部電極の自己バイアスが変動しないようにしたプラズマ処理装置を提供する事を目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明のプラズマ処理装置は、下部電極に印加する高周波の周波数を変化させる事により、He増減による下部電極の自己バイアスの変動を打ち消すようにする。下部電極の周波数を変化させると、自己バイアスも変動する。図4に示すように、電極に印加する高周波の周波数を下げると自己バイアスが小さくなる。反対に高周波の周波数を上げると自己バイアスが小さくなる。これは平行平板電極間に高周波をかける場合と同じ事である。そこで本発明では、Heの分圧を測定し、これによる自己バイアスの増減分を、高周波の周波数の増減により打ち消すようにしている。

## 【0015】

【作用】従来、電極間に高周波をかける事によりプラズマを起こさせる装置においては、印加すべき高周波の周波数は一定であった。これを動かすというような事は無い。しかし本発明は、He分圧の増加による自己バイアスの低下を補償するために高周波の周波数を増減する。これはプラズマ装置としては珍しい構造である。He分圧が増え、自己バイアスは減るので、高周波の周波数を下げる。すると両方の傾向が打ち消しあって、自己バイアスが一定値に保持される。

【0016】自己バイアスを $Q(f, P)$ とする。ここで $f$ は下部電極の励起周波数である。 $P$ はHeの分圧である。 $f$ が一定のときの $Q$ の変化は、 $P$ の減少関数である。 $P$ が一定の時の、 $Q$ は $f$ の減少関数である。図3、図4のようになっている。このような傾向は、周波数、圧力によらずエッチング作用を行わせる $f$ 、 $P$ の範囲において常に成り立つ。そこで

## 4

【0017】 $Q(f, P) = \text{const}$  (1)

【0018】となるように、He分圧の変動に対応して、高周波の周波数を変化させる。 $f$ 、 $P$ の関数としての $Q$ はあらかじめ測定して分かっているの、Heの分圧を測定して高周波周波数を制御すれば良い。He分圧の変化の領域が狭くて、He分圧の変化と、自己バイアスの変化が比例する線形領域では、次のように簡単に周波数の変動分 $df$ を決める事ができる。

【0019】 $df = - (Q_P / Q_f) dP_{He}$  (2)

【0020】ここで、 $dP_{He}$ はHe分圧の変化分である。 $Q_P$ は自己バイアスのHe分圧 $P$ による偏微分を示す。 $Q_f$ は自己バイアスの周波数による偏微分を表している。線形領域において、偏微分の比 $(Q_P / Q_f)$ はあらかじめ計測により求められる。He分圧の変動 $dP_{He}$ を監視する事により、自己バイアス変化を打ち消すべき周波数変動の量 $df$ を簡単に計算することができる。

## 【0021】

【実施例】図2により本発明の実施例に係るプラズマ処理装置を説明する。このプラズマ処理装置は真空に引くことのできる真空チャンバ1の内部の上方に上部電極9を、下方に水平の下部電極3を設けている。上部電極9は絶縁体10によりチャンバから絶縁されている。下部電極3は、絶縁体2によってチャンバ1から絶縁されている。第1の高周波電源8が第1の高周波 $F_1$ を発生する。

【0022】プラズマにすべき原料ガスは、ガスボンベ（図に現れない）から、マスフローコントローラ12a、バルブ11aを経て真空チャンバ1の内部に供給される。エッチングガスが複数種類ある場合は、他のガス供給系も用いる。ガスボンベ（図示しない）から、マスフローコントローラ12b、バルブ11bを経て真空チャンバ1に至る。

【0023】例えば、アルミニウム合金のエッチングには、 $BCl_3$ 、 $Cl_2$ 、 $CHCl_3$ などの混合ガスを用いる。このように3つの異なるガスを併せて利用する時は、配管系が3つになる。ガスの数に応じて、複数のエッチングガス配管系を設置する必要がある。

【0024】冷却用のHeガスを導入する為に、もう一つのガス供給系がある。Heガスはガスボンベ（図示しない）から、マスフローコントローラ12c、バルブ11cを経てチャンバに導入される。これはウエハーに接触して流れ、ウエハーを冷却する。Heはエッチングには寄与しないが、ウエハーを効率的に冷却する事ができる。チャンバの下底には真空排気口（図示しない）があり、真空ポンプ（図示しない）に接続されている。

【0025】チャンバの圧力を測定するために、真空計13、真空計14がある。真空計13は全圧を測定するためのものである。真空計14はHeの分圧を測定するものである。両方を測定しているので、He以外のガスの分圧も分かる。チャンバにおける供給口が、エッチン

## 5

グガスも冷却ガスも同一箇所になっている。しかし、これらのガスは別々の入り口から供給する事にしても良い。

【0026】下部電極に与える高周波電力の周波数  $f$  は可変とする。このために広い周波数範囲 ( $f_1 \sim f_2$ ) で高周波を発振させる事のできる標準信号発生器 16 を設ける。これは振幅が同一である信号を発振させるのが望ましい。標準というのはそのような意味である。広帯域増幅器 15 は、標準信号発生器 16 で発振した高周波を増幅する。広い周波数範囲で増幅率が平坦な増幅器を用いる。この電力はマッチングボックス 5 を経て、下部電極 3 に印加される。下部電極 3 に高周波を与える第 2 高周波電源は、標準信号発生器 16 と広帯域増幅器 15 によって構成される。

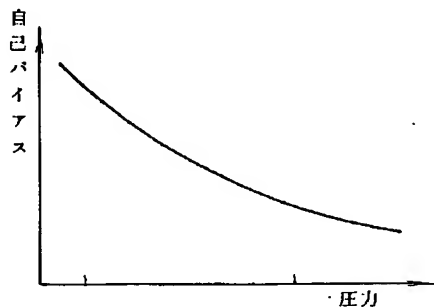
【0027】制御装置 17 は全体の圧力を監視する真空計 13 から全圧力  $P$ 、He の分圧を監視する真空計 14 から He 分圧  $P_{He}$  を得る。制御装置 17 は、これから He 分圧の変動を知る。自己バイアスを一定にできる周波数の変動分を制御装置が計算し、この変動分を加えた周波数の高周波を発振するように、標準信号発生器 16 に命令する。この周波数の信号が、広帯域増幅器により増幅される。これがマッチングボックス 5 を経て下部電極 3 に印加される。こうして、He ガスの分圧の変動にも拘らず、下部電極の自己バイアスを常に一定値に保持する事ができる。

【0028】以上に説明したものは、自己バイアスの問題である。この他にプラズマ密度の問題もある。プラズマ密度が不十分であるとエッチングの速度が遅くなる。エッチングをより盛んにするには、下部電極に高周波を与える第 2 の高周波電源 (標準信号発生器 16、広帯域増幅器 15) の電力を増強する。この場合は、広帯域増幅器の増幅率を高めれば良い。

【0029】

【発明の効果】真空チャンバに、He 冷却ガスを吹き込

【図 3】



## 6

むと、チャンバの圧力が増え、下部電極の自己バイアスが低下する。自己バイアスが低下するとエッチング速度も減少する。ところが本発明では、下部電極に加える高周波の周波数を下げる事により、自己バイアスを上げ、He ガスによる自己バイアスの低下を補償している。エッチング作用が激しくて、He によるガス冷却を必要とする装置には最適の発明である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来例に係るプラズマ処理装置の概略構成図。

10 【図 2】下部電極の周波数を可変にした本発明の実施例に係るプラズマ処理装置の概略構成図。

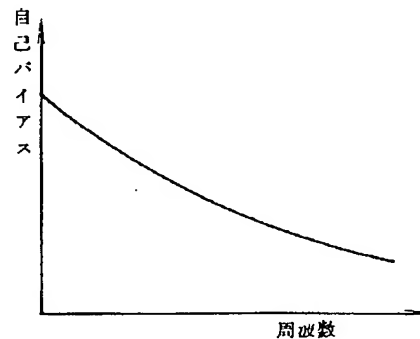
【図 3】He の分圧と下部電極の自己バイアスの関係を示すグラフ。

【図 4】下部電極の高周波の周波数と自己バイアスの関係を示すグラフ。

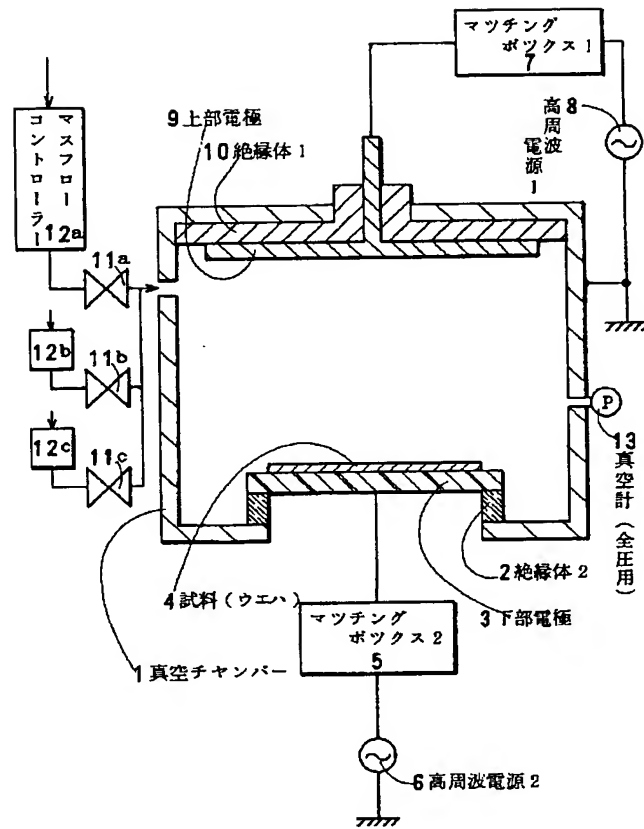
【符号の説明】

- 1 真空チャンバ
- 2 絶縁体
- 3 下部電極
- 20 4 試料 (ウェハー)
- 5 マッチングボックス
- 6 第 2 の高周波電源
- 7 マッチングボックス
- 8 第 1 の高周波電源
- 9 上部電極
- 10 絶縁体
- 11 バルブ
- 12 マスフローコントローラ
- 13 真空計
- 30 14 真空計
- 15 広帯域増幅器
- 16 標準信号発生器
- 17 制御装置

【図 4】



【図1】



【図2】

